Münster.1930 Nº 25 Phil. Diss.

Geographie

Die Eisverhältnisse im Dortmund-Ems-Kanal.

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. Westfalen

vorgelegt von

Maria Schwartekopp
aus Arnsberg i. Westf.

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Oktober 1929.
Dekan: Herr Prof. Dr. Wätjen
Referent: Herr Prof. Dr. Mecking

43 37

Gedruckt bei Heinr. & J. Lechte, Emsdetten i. Westf.

1930

Geographie

Die Eisverhältnisse im Dortmund-Ems-Kanal.

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. Westfalen

vorgelegt von

Maria Schwartekopp
aus Arnsberg i. Westf.

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Oktober 1929.
Dekan: Herr Prof. Dr. Wätjen
Referent: Herr Prof. Dr. Mecking

43 37

Gedruckt bei Heinr. & J. Lechte, Emsdetten i. Westf.

1930

Meinen Eltern!

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Jnhalt.

Einleitung.

I. Quellenmaterial, Methode und Statistik.

II. Eischarakter im ganzen.

III. Örtliche Verschiedenheiten.

IV. Die zeitlichen Verschiedenheiten und ihr Verhältnis zur Temperatur.

1. Gesamtstärke der Eiswinter, Schwankungen von Jahr zu Jahr.

2. Ablauf der Eisbedeckung innerhalb des Winters.

a) Ablauf nach Monaten

b) Ablauf nach Dekaden

c) Ablauf nach Pentaden

d) Ablauf nach geschlossenen Eisperioden.

V. Die Eisverhältnisse in der Emsmündung.

VI. Zusammenfassung und Vergleich mit den Ergebnissen vom Kaiser Wilhelm-Kanal.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555422_0063

Der Dortmund-Ems-Kanal wurde im Jahre 1898 eröffnet. Seitdem hat er einen raschen Aufschwung genommen. Der Güterverkehr erreichte ein Jahr vor dem Kriege schon vier Millionen t. Nach der Eröffnung des Rhein-Herne- und des Ems-Hannover-Kanals in den Jahren 1914—16 vergrösserte sich der Verkehr auf der Strecke Herne—Münster—Bergeshövede noch beträchtlich und erreichte an der Schleuse Münster nach vorübergehender Verminderung im Kriege und den ersten Nachkriegsjahren im Jahre 1924 bereits wieder 4 374 000 t. Danach trat eine stetige Steigerung ein. Im Jahre 1927 wurden 6 520 000 t verfrachtet.[1])

Der Kanal würde eine noch grössere wirtschaftliche Bedeutung erlangen, wenn nicht seine 17 Schleusen und das Hebewerk bei Henrichenburg ein grosses Verkehrshindernis bildeten. Diese Durchschleusungen bedeuten für die Schiffe einen grossen Zeitverlust. Die Durchfahrung des Kanals dauert in der Regel fünf Tage, während die Fahrt auf dem Rheine von Rotterdam bis Ruhrort höchstens drei Tage, umgekehrt nur zwei Tage beansprucht.[2])

Nun ist es von Interesse, zu erfahren, ob und inwieweit im Winter durch das Eis noch eine weitere Behinderung der Schiffahrt hinzukommt. Diese Frage bildet einen Teil der vorliegenden Arbeit.

Zu unserm Kanal gehört zunächst die Hauptstrecke von Dortmund bis Meppen, dann die kanalisierte Ems von Meppen bis Papenburg, der Seitenkanal Herne—Henrichenburg und noch ein kleines Stück, das zur Vermeidung des Seeganges bei Oldersum von der schlauchartigen Emsmündung abzweigt und im Hafen von Emden endigt.[3]) Da über die letztere Strecke

---

[1]) Mitteilung des Herrn Reg.- und Baurats Sperling.

[2]) Krziza, A.: Emden und der Dortmund-Ems-Kanal. Jena 1912, S. 161.

[3]) Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Herausgeg. von H. Keller, Berlin 1901, S. 561.

kein Material vorzuliegen scheint, habe ich meine Untersuchungen auf die übrigen Strecken beschränkt.

I. Quellenmaterial, Methode und Statistik.

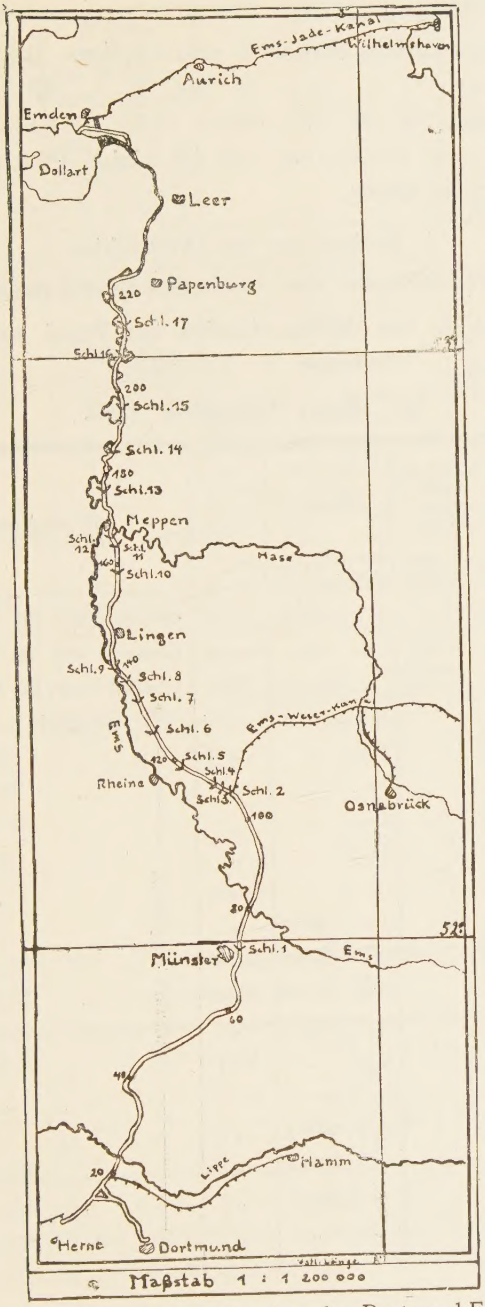
Die Unterlagen zu vorliegender Arbeit bilden in erster Linie die Eisangaben, die den Pegellisten, welche an jeder Schleuse sowie in Horsthausen bei Herne geführt werden, entnommen sind. In diesen Listen wird unter der Rubrik „Bemerkungen" der jeweilige Eiszustand eingetragen, wie aus der Probe unten zu ersehen ist. Sämtliche Pegelakten befinden sich auf der Wasserbaudirektion in Münster, wo ich sie an Ort und Stelle einsehen durfte. Einige Pegellisten weisen jedoch in der Eisberichterstattung Lücken auf, die zum Teil aus dem „Verzeichnis der Schiffahrtsunterbrechungen, veranlasst durch Eis", das sich ebenfalls auf der Wasserbaudirektion befindet, ferner aus einer Liste, welche die täglichen telefonischen Eismeldungen enthält, ergänzt werden konnten. Letztere beginnen mit dem Winter 1906/07, sind aber leider nur vom Wasserbauamt Münster vollständig vorhanden. Die ausserdem noch bestehenden Lücken wurden aus den Werten der Nachbarstationen interpoliert.

Die 18 Beobachtungsstationen sind folgende:

0. Horsthausen bei Herne[4]		9. Hanekenfähr	Schleuse 9
1. Münster	Schleuse 1	10. Varloh	„ 10
2. Bergeshövede	„ 2	11. Teglingen	„ 11
3. Bevergern	„ 3	12. Meppen	„ 12
4. Rodde	„ 4	13. Hüntel	„ 13
5. Altenrheine	„ 5	14. Hilter	„ 14
6. Venhaus	„ 6	15. Düthe	„ 15
7. Hesselte	„ 7	16. Bollingerfähr	„ 16
8. Gleesen	„ 8	17. Herbrum	„ 17

[4]) Um Verwechselungen zu vermeiden, habe ich die Station Horsthausen mit 0 bezeichnet. Die übrigen Stationen sind nämlich als Schleusen bereits mit Nummern versehen.

Skizze des Kanals.[5])



[5]) gezeichnet nach dem Uebersichtsplan des Dortmund-Ems-Kanals.

Diese Stationen sind den drei Wasserbauämtern Münster, Rheine und Meppen zugeteilt.

Münster umfaßt Station 0 und 1, km 0— 87
Rheine „ „ 2 bis 8, „ 87—140
Meppen „ „ 9 „ 17, „ 140—227,8

Zur näheren Erläuterung will ich einige Proben der Eisberichterstattung geben.

1. Bericht aus den Pegelakten.

Wasserstände des Dortmund-Ems-Kanals

beobachtet in den Mittagsstunden am Pegel zu Rodde, Schleuse 4. km 112,6.

im Monat Dezember 1899.

Tag	Wasserstand am Oberpegel m	Wasserstand am Unterpegel m	Anzahl der durchgeschleusten Schiffe zu Berg	Anzahl der durchgeschleusten Schiffe zu Tal	Winde Richtung	Winde Stärke	Wetter	Bemerkungen
9	6,46	2,96	3	8	NO	mäßig	klar	Stellenweise Eis 1 cm stark
10	6,42	2,94	1	2	N	„	bedeckt	Eisstand wie am 9ten
11	6,40	2,94		2	„	schwach	klar	Überall festes Eis 1½ cm stark
12	6,40	2,94		7	NO	„	„	Eisstand 2 cm stark
13	6,40	2,94			NO	„	„	„ 3-4 „ „
14	6,40	2,96			N	„	„	„ 6-8 „ „
15	6,40	2,96			SSO	„	„	„ 10-12 „ „
16	6,40	2,98			NNO	„	„	„ wie am 15ten
17	6,38	2,98			N	„	bedeckt	„
18	6,38	2,92			NO	still	„	„
19	6,36	2,92			SO	schwach	klar	„
20	6,34	2,94			NO	„	bedeckt	„ 10-15 cm
21	6,34	2,96			NO	still	„	„ wie am 20ten
22	6,34	2,98			NO	„	klar	„
23	6,32	2,98			OSO	schwach	bedeckt	„
24	6,34	2,96			SSO	mäßig	„	„
25	6,36	2,96			S	schwach	„	„ 15-20 cm
26	6,34	2,98			S	frisch	„	„ wie am 25ten
27	6,34	2,98			S	„	„	„ „

Schiffahrt eingestellt

2. Bericht des W. B. A. Münster vom 19.—28. 12. 1917.

Jahr und Monat	Temperatur und Windrichtung an der Schleuse Münster	Wärmemessungen des Wassers an Schleuse Münster in einer Tiefe v. 0,50 m morgens	0,50 m abends	1,50 m morgens	1,50 m abends	Angaben über Schiffahrt	Eisstärke cm	Temperatur und Windrichtung am Schiffshebewerk	Bemerkungen
1917									
19. XII.	— 8° N O	1,4	1,2	1,4	1,2	Schiffahrt nicht behindert	1—2		
20. „	—10° N O	1,0	1,0	1,0	1,0	Schiffahrt f. kl. Dampfer u. Holzschiffe behindert	3—5		
21. „	— 8° N	0,4	0,4	0,4	0,5	„	3—5		
22. „	— 9° O	0,1	0,2	0,2	0,2	„	3—5		In Herne 7 cm zusammengeschobenes Eis
23. „	— 8° S W	0,3	0,4	0,3	0,4	„	3—5		
24. „	— 5° S	0,4	0,4	0,4	0,4	Schiffahrt v. Dortm. bis Hebewerk gesperrt. Von Herne bis Münster z. Zt. noch einseitiger Verkehr für Schleppzüge mit stärkeren Dampfern möglich	3—5		
25. „	— 1° N W	0,4	0,4	0,5	0,4	Wie vorher. An Schl. Münster Eiszusammenschiebung oben u. unten	3 - 5		
26. „	— 7° N	0,3	0,4	0,3	0,4	wie vorher	4—10		
27. „	— 5° N W	0,2	0,3	0,3	0,3	Schiffahrt infolge Eisstand ohne vorheriges Brechen mit starken Dampfern nicht möglich	4—10		
28. „	— 5° N O	0,1	0,2	0,2	0,2	Schiffahrt gesperrt	8 Übereinandergeschobenes Eis bis 17 cm.		

3. Probe aus dem „Verzeichnis der Schiffahrtsunterbrechungen, veranlasst durch Eis.“

	Anlaß der Unterbrechung	Ganzer Bezirk von	bis	Dauer d. Tage	W. B. A. Münster von	bis	Dauer d. Tage	W. B. A. Rheine von	bis	Dauer d. Tage	W. B. A. Meppen km 140—160 von	bis	Dauer d. Tage	km 160—214,3 von	bis	Dauer d. Tage
	1917															
1	Eis													20./I.	21./I	2
2	„	22./I.	14./III.	52	22./I.	15./III.	53	21./I.	14./III.	53	22./I.	15./III.	53	22./I.	15. III.	53
3	„													6./XII.	7./XII.	2
4	„	24./XII.	31./XII.	8	24./XII.	31./XII.	8	23./XII.	31./XII.	9	20./XII.	31./XII.	12	20./XII.	31./XII.	12

Um nun das vorhandene Material geographisch untersuchen und Gesetzmässigkeiten feststellen zu können, wurde ein ähnliches Verfahren eingeschlagen, wie es auf der Grundlage der von W. Meinardus und L. Mecking zuerst entwickelten Methoden Fr. Eichstädt[6]) für die Eisverhältnisse im Kaiser Wilhelm-Kanal verwandt hat. Es wurden also für die einzelnen in den Akten enthaltenen Ausdrücke Zahlen von relativer Bedeutung eingeführt. Allerdings mussten hier die Zahlengrössen auf fünf beschränkt werden, da die Quellenangaben nicht so reichhaltig und verschiedenartig sind wie dort. Auch musste von der Zweiteilung nach festem Eis und Treibeis abgesehen werden, da der Dortmund-Ems-Kanal kein fliessendes Wasser und daher auch nur selten Treibeis besitzt.

Tabelle 1: Werteskala der Eisstärke.

Eisfrei	0
Schwache Eisbildung Stellenweise schwaches Eis Treibeis	1
Leichte Eisschicht Stellenweise Eisstand Schwache Eisdecke, Eis durchbrochen	2
Ober- und Unterkanal Eis Dünne Eisdecke 2—3 cm Für kleine Fahrzeuge behindert	3
Eisstand Kanal ganz mit Eis bedeckt Schiffahrt für Dampfer behindert Noch einseitiger Verkehr für Schleppzüge möglich	4
Keine Fahrrinne vorhanden Kanal stark mit Eis bedeckt Eisstärke $\geqq$ 5 cm Schiffahrt Eises halber gesperrt	5

[6]) Eichstädt, Fr.: Die Eisverhältnisse im Kaiser Wilhelm-Kanal. Diss. Kiel. Wissensch. Meeresuntersuchungen etc. 19. Bd., Abtlg. Kiel, 1919—1922, S. 11.

Tabelle 2: Relativzahlen der Eisstärke des Jahres.

Stationen / Jahre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Mittelw.
1899/1900	20,9	13,7	23,2	21,8	16,7	21,9	20,0	20,6	21,5	26,15	24,2	27,6	16 3	20,0	20,66	22,56	19,5	11,0	20,46
1900/01	27,7	29,5	31,2	31,0	29,2	27,6	28,0	28 2	29,1	30,7	29,65	31,5	21,0	29,1	31,0	30,7	31,0	29,8	**29,22**
1901/02	15,0	13,5	13,9	13,0	15,59	18,4	13,1	11,9	16,0	14,0	15,2	16,7	10,4	13,8	15,0	15,5	13,07	17,4	14,52
1902/03	21.3	22,7	22,2	22,1	20,4	21,2	20,1	21,2	21,7	24 1	22,4	24,8	20,6	21,4	20,4	17,7	18,7	20,5	21,4
1903/04	14,2	10,7	17,6	15,8	18,5	12 2	16,3	14,8	13,1	8,86	16,8	21,0	9,8	9,6	10,0	8,3	10,9	8,8	14,85
1904/05	9,5	16,0	9,9	9,4	7,9	10,0	8,1	8,7	15,1	9,5	11,1	11,1	8.4	8,6	9.5	7,8	12,8	10 0	10,19
1905/06		0,6	3,8	1,0	3,17	2,5	1,9	2,1	0,27	3,38	4,9	8,3	1,25	0,27	2,3	1,4	1,7		2,16
1906/07	22,0	21,1	23,7	23 3	21,08	22,09	22,79	23,2	24,1	25,6	22,7	26,1	22,95	23,1	21,9	20,2	21,3	22,4	22,76
1907/08	17,6	18,9	18,7	18,3	17,9	17,3	17,0	14,9	16,8	18,4	15,7	18,9	15,0	15,9	15,3	15,0	13,18	15,0	16,65
1908/09	29,3	29,3	31,3	30,9	22,9	23,2	24,4	24,9	38,5	31,8	37,5	39,7	32,3	24,65	25,7	26,2	21,39	25,5	**28.86**
1909/10		0,68							0,1	5,96	0,5	2,1		0,1	0,8		0,59		0,6
1910/11		2,7		3,6					1,48	2,8				0,39	3,57		1,1		0.87
1911/12	12,6	14,6	15,9	16,5	13,5	15,0	15,0	15,5	15,8	16,0	16,0	18,9	16,1	16,8	17,2	16,0	16,9	16,3	15,8
1912/13		4,3	3,16	4,1						3,9		10,1		2,1	5,0	1,5	2,8	5,5	2,36
1913/14	10,5	12,6	12,9	12,0	9,5	12,0	10,0	11,8	11,1	12,4	11,0	14,0	11,5	11,3	10,5	10,5	10,6	10,0	11,3
1914/15			0,97	0,7						2,26		1,85		1,86					0,42
1915/16		0,9						0,8	1,3	3,9		6,2	1,5	3,18	1,1	1,5	1,4	1,5	1,29
1916/17	26,5	27,5	28,2	27,4	25,5	27,0	25,9	26,0	27,5	27,2	27,5	31,8	28,2	26,1	27,2	27,5	22,5	27,5	**27,05**
1917/18	14,0	14,45	15,3	14,88	13,7	14,8	13,19	12,59	14,09	15,36	15,9	.9,3	14 8	9,8	9,7	9,0	9,7	15,57	13,67
1918/19	8,3	9,67	11,2	10,0	11,1	11,8	11,2	11,2	11,2	9,28	11,2	15,0	11,26	11,07	10,6	10,6	10,6	10,6	10,88
1919/20		1,1								4,7		4,9		4,0	7,4	7,5	6,6	6,6	2,38
1920/21	3,0	3,6	5,1	3,8	3,4	3,4	3,4	3,8	4,8	5,6	5,0	11,5	5,7	6,1	6,2	6,0	4,8	5,2	5,0
1921/22	21,8	27,6	30,2	29,3	28,5	29,7	30,0	29,1	30,4	30,6	29,7	27,3	26,9	31,3	34,6	35,1	28,9	31,5	**29,58**
1922/23			2,8	3,6	3,6	4,2	4,5	3,7	5,0	5,3	3,6	6,0	5,7	5,0	5,6	6,0	5,2	5,4	4,18
1923/24	28,4	32,2	33,4	34,3	33,6	34,1	33,6	33,6	34,0	35,4	36,2	39,0	32,5	32,1	32,6	31,9	32,6	33,1	**33,48**
1924/25																			
1925/26	4,3	9,57	12,2	13,26	11,5	12,8	12,0	13,5	13,18	14,8	13,4	13,4	14,9	14,4	11,9	14,3	13,6	14,1	12,62
Mittel	11,4	12,5	13,6	13,3	12,1	12,6	12,2	12,3	13,6	14,7	13,7	16,6	12,1	12,7	13,2	12,7	12,3	12,7	

Mit Hilfe dieser Zahlen wurde nun für jede der 18 Stationen die tägliche Eisstärke durch 27 Beobachtungsjahre hindurch aufgestellt. Je 10 Tage wurden wieder zu einem Dekadenmittel zusammengefasst und die Dekadenmittel jedes Jahres addiert. Diese Dekadensummen sind für alle Stationen und Jahre in Tabelle 2 angegeben. Sie dienen als Relativmass der Eisstärke zum Vergleich der einzelnen Jahre. So verfuhr auch F. Eichstädt bei der Untersuchung des Eises im Kaiser Wilhelm-Kanal. Ueberhaupt habe ich der Vergleichbarkeit halber auch in der Aufstellung der weiteren für die Untersuchung nötigen Tabellen mich nach Möglichkeit an seine Methoden gehalten.

II. Eischarakter im ganzen.

Wie schon in der Einleitung gesagt wurde, sind die einzelnen Kanalhaltungen durch Schleusen voneinander getrennt. Es ist also keine Strömung vorhanden, sodass zum grossen Unterschied vom Kaiser Wilhelm-Kanal, wo das Treibeis sogar gegenüber dem festen Eis vorherrscht, hier Treibeis eigentlich nicht auftreten kann, es sei denn am Ende einer Eisperiode oder nachdem die Eisdecke von Dampfern aufgebrochen wurde, also höchstens einige Tage während einer Eisperiode. Stehendes Wasser gefriert, wenn es genügend abgekühlt ist, sehr leicht, und so bildet sich bei Eintritt von Frostwetter auf dem Kanal sehr rasch eine Eisdecke. Anfangs wird sie von Dampfern durchbrochen, um die Schiffahrt möglichst lange aufrecht zu erhalten. Erreicht sie jedoch eine Stärke von über 5 cm, so ist das Eisbrechen bei einer Wasserspiegelbreite von 30 m nicht mehr angängig, weil durch die seitwärts geschobenen Eisschollen die Böschungen beschädigt werden. Die Eisdecke kann eine ziemlich grosse Dicke erreichen. Wie mir von der städtischen Hafenverwaltung Dortmund mitgeteilt wurde, soll sie in der Dortmunder Kanalhaltung in verschiedenen Jahren 60 cm stark gewesen sein.

So kommt es, dass der Kanal eine ziemlich hohe mittlere jährliche Anzahl von Tagen mit Eis erreicht. Sie beträgt

nach 27jährigem Mittel über den ganzen Kanal schlechthin gerechnet 46,6. Diese Zahl umfasst aber auch diejenigen Tage, an denen vielleicht nur an der einen oder anderen Stelle noch Eis vorhanden war. Bildet man nun das Mittel der Eistage für jede Station, so beträgt der mittlere Wert aus diesen Zahlen 33,4. Also an rund 33 Tagen ist jährlich mit Eis zu rechnen. Davon sind, wie aus dem „Verzeichnis der Schiffahrtsunterbrechungen, veranlasst durch Eis" zu errechnen ist, durchschnittlich 22 Tage für die Schiffahrt gesperrt.

Für einen Fluss fällt natürlich die Anzahl der Tage mit Eis kleiner aus. Für die Ems beträgt sie bei Rheine nach 27jährigem Mittel 15, nach 34jährigem 16,2. Nach Braun[7]) soll die Ems 27 Eistage haben. Allerdings ist nicht angegeben, aus welchen Unterlagen diese Zahl berechnet ist. Vielleicht geht sie zurück auf die Angabe des Weser- und Emswerkes.[8]) Aber hierin umfasst die Zahl 27 nicht nur die Eistage, sondern auch diejenigen Tage, an denen die Schiffahrt durch Hochwasser gesperrt ist.

Andererseits ergab sich für den K. W.-Kanal nach Eichstädts Untersuchung nur 16,6, also etwa ½ der Zahl des D.-E.-Kanals. Ebenso beträgt die Zahl der Tage mit Eis überhaupt dort 23, also wieder genau die Hälfte unserer Zahl 46. Dieser Unterschied ist auf eine Reihe von Faktoren zurückzuführen:

Zunächst kommt wohl der grössere Verkehr des K. W.-Kanals in Frage, den seine Lage als Verbindungsweg zwischen Nord- und Ostsee mit sich bringt. Infolgedessen wird auf jede mögliche Weise für Offenhaltung des Kanals Sorge getragen. Bei Frostwetter sind stets mehrere Eisbrecher in Tätigkeit, die bei einer Breite des Kanals von 120 m auch noch bei grösserer Eisstärke das Eis zerkleinern können, ohne Gefahr zu laufen, die Böschungen zu beschädigen, wie dies beim D.-E.-Kanal der Fall sein würde.

---

[7]) Braun, G.: Deutschland. Berlin 1916, S. 39.

[8]) Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse etc. Bd. IV, S. 503.

Ferner spielt hier die Lage des K. W.-Kanals zur vorherrschenden Windrichtung eine Rolle. Im Gegensatz zur meridionalen Lage des D.-E.-Kanals verläuft der grösste Teil des K. W.-Kanals von SW nach NO, parallel zur Hauptwindrichtung. Dadurch wird bei starkem Wind das Gefrieren des Wassers verhindert und andererseits beim Auftreten von Treibeis das Abtreiben desselben unterstützt.

Dann übt der zur Trockenlegung der Elbmarschen künstlich hervorgerufene Entwässerungsstrom einen günstigen Einfluss auf die Eisverhältnisse aus. Dieser wird dadurch hervorgerufen, dass zur Ebbezeit die Schleusen bei Brunsbüttel geöffnet werden. Durch den Ebbestrom wird dann das Wasser und das Eis aus dem Kanal herausgezogen.[9])

Schliesslich kommt als viertes günstiges Moment der wenngleich geringe Salzgehalt des K. W.-Kanals hinzu, der eine Gefrierpunktserniedrigung bewirkt. Das Wasser des K. W.-Kanals gefriert also erst bei niedrigerer Temperatur als das Süsswasser des D.-E.-Kanals.

Alle diese Umstände dürften die grösseren Eisschwierigkeiten des Dortmund-Ems-Kanals verständlich machen.

III. Örtliche Verschiedenheiten.

Es fragt sich nun, ob die Eisverhältnisse über den ganzen Kanal hinweg dieselben sind. Im grossen und ganzen trifft dieses zu, obschon bei seiner Erstreckung durch fast zwei Breitengrade ein Temperaturunterschied von 0,9° besteht. Hierin liegt wieder ein Gegensatz zum K. W.-Kanal, der als Grundzug eine Abnahme in der Richtung des Kanals von SW nach NO zeigt bei ungefähr gleichem Temperaturunterschied (0,75° bzw. 1,0°).[10]) Eichstädt will diese örtliche Verschiedenheit in der Eisbesetzung am Kaiser Wilhelm-Ka-

[9]) Eichstädt, Fr.: Die Eisverhältnisse im Kaiser Wilhelm-Kanal etc., S. 6.

[10]) Eichstädt, Fr.: Die Eisverhältnisse im Kaiser Wilhelm-Kanal etc., S. 18.

nal fast ausschliesslich durch den Temperaturunterschied und nur zu einem ganz geringen Teil durch den verschiedenen Salzgehalt im O und W erklären. Vielleicht ist aber doch dieser letzteren Begründung eine grössere Bedeutung beizulegen als Eichstädt annimmt, da sich beim D.-E.-Kanal der gleiche Temperaturunterschied in den Resultaten der Eisverteilung garnicht bemerkbar macht.

Andererseits kommt noch folgender Umstand in Betracht. Am Dortmund-Ems-Kanal fällt gerade die südlichere Strecke mehr in die allgemeine Windrichtung als die mittlere und nördliche; dadurch wird im Süden, wo der Temperatur nach die Eisbildung stärker sein müsste, das Eis leichter wieder aufgebrochen, und so könnte der Unterschied zwischen dem Norden und Süden verringert werden.

Nur eine Stelle zeichnet sich durch besonders grosse Eisstärke und durch häufigere Eisbesetzung aus, nämlich die Station Teglingen. Ersteres ist schon aus Tabelle 2 zu ersehen, die in der unteren Horizontalreihe das 27jährige Mittel der Eisstärke jeder Station angibt. Zur besseren Veranschaulichung sind diese Werte, je drei Stationen zusammengefasst, in einer Kurve (Diagramm 1) wiedergegeben. Wir sehen den grossen Ausschlag der Kurve bei den Stationen 9, 10 und 11, der hauptsächlich durch den hohen Eisstärkewert der letzteren Station verursacht wird.

Diagramm 2 zeigt die mittlere örtliche Verteilung des Eises in einzelnen Wintern. Es ist ein eisschwaches, mittelstarkes und eisstarkes Jahr herausgegriffen worden. Auffallend ist bei allen drei Kurven wieder der deutliche Ausschlag bei der Station Teglingen. Ich habe dafür nur die eine Erklärung, dass von Varloh bis über Teglingen hinaus zu beiden Seiten des Kanals besonders viel Wald vorhanden ist. Der Kanal verläuft hier in nordsüdlicher Richtung. So würden also auch nur die Nord- und Südwinde einen Einfluss auf ihn ausüben können. Alle übrigen Winde werden durch den Wald zurückgehalten. Tabelle 3 zeigt nun aber, dass die Zahl der Nord- und Südwinde sehr gering ist.

Tabelle 3. Zahl der beobachteten Windrichtungen in den Wintern 1899—1909.

Stationen	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Lingen-Schöninghsdorf	141	383	470	656	429	1164	678	354	78
Dortmund	106	566	433	174	283	1782	641	376	169

Der am häufigsten vorkommende Wind ist der SW-Wind. Dann folgen die W- und darauf die SE- bzw. NE-Winde. Die Eisbildung erfolgt also bei Teglingen ungehindert durch irgendwelche Winde, die das Wasser in Bewegung versetzen könnten, meist etwas früher als im übrigen Kanal. So kommt eine grössere Eisstärke zustande, und das Eis schwindet fast immer einige Tage später als an den anderen Stationen. Das ist auch aus der Kurve der Häufigkeit der Eisbesetzung (Diagramm 3) zu ersehen. Hier sind ebenfalls je drei Stationen zusammengefasst, und die Stationen 9, 10 und 11 zeigen wieder eine erhebliche Ausbuchtung.

IV. Die zeitlichen Verschiedenheiten und ihr Verhältnis zur Temperatur.

1. Gesamtstärke der Eiswinter, Schwankungen von Jahr zu Jahr.

Bei den zeitlichen Verschiedenheiten ist es zweckmässig, mit der Betrachtung der Gesamtstärke der Eiswinter, ihren Schwankungen von Jahr zu Jahr zu beginnen. Die Grösse der Schwankung lässt sich am besten erkennen, wenn wir die Extreme einander gegenüberstellen.[11]) In dem Zeitraum von 27 Jahren war ein einziges Jahr ganz ohne Eis, und zwar der Winter des Jahres 1924 25. Am K. W.-Kanal brachte ein Zeitraum von nur 18 Jahren schon 3 Jahre ganz ohne Eis. Dieser Unterschied entspricht wieder den im ganzen günstigeren Verhältnissen jenes Kanals, wie sie im vorvorigen Kapitel schon festgestellt wurden. Die stärksten Eisjahre hatten rund 59—77 Tage mit Eis (am K. W.-Kanal 43—72). Die Zahlen sind auf der folgenden Tabelle angegeben.

[11]) Eichstädt, Fr.: a. a. O., S. 27.

Tabelle 4: Die stärksten Eisjahre.

Jahre	Zahl der Tage mit Eis[12])	Reihenfolge nach der Eisstärke
1908/09	77,4	4
1923/24	74,0	1
1921/22	63,6	2
1900/01	60,6	3
1916/17	59,4	5

Die Zahlen der zweiten Spalte sind der Tabelle 2 entnommen, die in der letzten vertikalen Spalte die Mittelwerte der Eisstärke aus den 18 Stationen enthält. Bemerkenswert ist, dass die Jahre mit grösster Eisstärke nicht auch in der Anzahl der Tage mit Eis an erster Stelle stehen. Das Jahr 1908/09, das die grösste Zahl der Tage mit Eis aufweist, steht in der Eisstärkeskala erst an vierter Stelle. Daraus ergibt sich, dass bei lang anhaltender Frostdauer nur relativ geringere Eisstärken erreicht wurden, während z. B. in den Jahren 1921/22 und 1900/01 bei kürzerer Frostperiode tiefere Temperaturen vorgekommen sind.

Weiterhin lassen sich die Schwankungen von Jahr zu Jahr und ihr Verhältnis zur Temperatur charakterisieren durch die Gegenüberstellung der Eisstärke und der Mitteltemperatur der Monate November bis einschliesslich März. Das sollen die Kurven des Diagramms 4 näher veranschaulichen. Die vier oberen geben die Mitteltemperatur der fünf Wintermonate von Dortmund, Münster, Osnabrück und Lingen-Schöninghsdorf wieder, während die fünf unteren die Eisstärke in Relativzahlen nach Tabelle 2 darstellen, und zwar sind die Schleusen 2—6, 7—12 und 13—17 zusammengefasst worden. Die in derselben Weise gezeichneten Temperatur- und Eisstärkekurven entsprechen einander örtlich. Die Kurve der Stationen 13—17 ist zur meteorologischen Station Schöninghsdorf zu rechnen. Die Temperaturkurve von Osnabrück zeigt eine Lücke. In Osnabrück sind nämlich während dreier Jahre keine meteorologischen Aufzeichnungen gemacht worden. Zur Temperaturkurve von Lingen-Schöninghsdorf ist zu bemerken, dass sie von 1899

[12]) Mittelwerte von sämtlichen Stationen des Kanals.

bis 1903/04 die an der meteorologischen Station Lingen beobachteten Werte wiedergibt. Die Station ging Ende des Jahres 1904 ein, und an ihrer Stelle wurde eine neue Station in Schöninghsdorf errichtet. Da diese in derselben geographischen Breite westlich von Lingen liegt, habe ich die Werte von Lingen zur Ergänzung derer von Schöninghsdorf benutzt.

Bei einem Vergleich der beiden Kurvengruppen fällt auf den ersten Blick eine gute Uebereinstimmung der Maxima und Minima auf. Das eisreichste und kälteste Jahr ist hiernach das Jahr 1923/24. Die mittelstarken und eisschwachen Jahre zeigen nur teilweise eine Uebereinstimmung mit der Temperatur. Darüber braucht man sich aber nicht zu wundern, da die in einer einzigen Zahl ausgedrückte Mitteltemperatur des ganzen Winters an und für sich wenig besagt. Wie hoch trotzdem im vorliegenden Falle der Grad der Uebereinstimmung ist, geht ausserdem aus den Korrelationskoeffizienten hervor, die nach diesem Diagramm aufgestellt wurden. Der Koeffizient beträgt für

Dortmund und Horsthausen	— 0,66
Münster	— 0,79
Osnabrück und Schleuse 2—6	— 0,80
Lingen-Schöninghsd. und Schl. 7—12	— 0,78

Diese Zahlen besagen, dass zwischen der in Beziehung gesetzten Eisstärke und Temperatur eine hohe negative Korrelation besteht. Sie ist negativ, weil sich die Werte für die Temperatur und Eisstärke in entgegengesetzter Richtung bewegen. Der für Dortmund und Horsthausen etwas niedrigere Koeffizient scheint mir einesteils dadurch begründet zu sein, dass dort die Eisbrecher zur Aufrechterhaltung des Verkehrs zum Rhein-Herne-Kanal hin mehr beschäftigt werden als in den übrigen Teilen des Kanals. Als zweiter Faktor käme hier vielleicht der Wind in Frage. Der Kanal verläuft nämlich von Herne bis über Olfen hinaus in südwest-nordöstlicher Richtung. Bei den in unserem Gebiet vorherrschenden SW-Winden (Tabelle 3) wäre es nun möglich, dass das Eis, solange keine feste Eisdecke vorhanden ist, nach Nordosten abgetrieben wird. An der Umbiegung des Kanals

nach Norden müsste sich dann das Eis ansammeln und aufstauen. Da aber über die Strecke Horsthausen—Münster nur lückenhaftes Material vorhanden ist, konnte ich darüber keine näheren Feststellungen machen.

Eine dritte Methode zur Charakterisierung der Winter wurde von G. Hellmann[13]) angewandt. Er benutzt die Summe der Mitteltemperaturen der Eistage, d. h. der Tage, an denen die Temperatur dauernd unter dem Gefrierpunkt lag, um Winter miteinander zu vergleichen. Um nun einen entsprechenden Ausdruck für die Eisstärke zu finden, habe ich die Relativzahlen grösster Eisstärke (5) jedes Winters addiert und diese Zahlen mit der Summe der Mitteltemperaturen der Eistage zum Vergleich gebracht. Auf Tabelle 5 sind die Temperaturen von Münster und Lingen-Schöninghsdorf und die Eisstärken von Münster und Schleuse 7—12 dargestellt. Die Zahlen sind nach der Temperatur geordnet. Um die in den Zahlen für die Eisstärke vorhandenen Unstetigkeiten auszugleichen, wurde von je drei Zahlen das Mittel gebildet, und so ergab sich eine mit einer Ausnahme stetig absteigende Reihe. Den Ausnahmefall bildet die Zahl 177 der Eisstärke von Schleuse 7—12, die durch die geringe Eisstärke des doch sehr kalten Winters 1925/26 bedingt ist. In der Reihe von Münster hat bei der Ordnung nach der Temperatur eine Umstellung der Jahre in der Weise stattgefunden, dass in einem dreijährigen Gruppenmittel die geringe Eisstärke von 1925/26 durch die sehr hohe des Jahres 1908/09 ausgeglichen wird. Eine Erklärung für jene auffällige Erscheinung grosser Kälte und geringer Eisstärke des Jahres 1925/26 ist wahrscheinlich die, dass die Mitteltemperatur der „Eistage", aus der die Temperatursumme gebildet ist, zwar von sehr hohem negativem Wert, die Anzahl der „Eistage" einer zusammenhängenden Frostperiode aber zu gering war, um eine starke Eisbildung hervorrufen zu können.

In dieser Tabelle steht neben dem Jahre 1923/24 auch das Jahr 1916/17 obenan, während es in Tabelle 3, sowohl was

[13]) Hellmann, G.: Ueber strenge Winter. Sitzungsberichte der math.-nat. Klasse d. Kgl. Ak. d. W. Berlin 1917, S. 739.

Tabelle 5.

Temperatur und Eisstärke von Münster				Temperatur von Lingen-Schöninghsdorf und Eisstärke von Schleuse 7—12			
Jahr	Summe der Mitteltemparaturen der Eistage		Summe der größten Eisstärken	Jahr	Summe der Mitteltemperaturen der Eistage		Summe der größten Eisstärken
1916/17	— 163,9		260	1923/24	— 181,0		339,2
1923/24	— 139,6	— 147,2	280 276,7	1916/17	— 169,7	— 167,9	259,2 287,5
1900/01	— 138,2		290	1900/01	— 153,2		264,2
1921/22	— 126,1		230	1906/07	— 136,1		233,3
1899/1900	— 114,7	— 116,6	130 181,7	1899/1900	— 134,7	— 134,1	182,0 177,0
1902/03	— 108,9		185	1925/26	— 131,5		115,8
1906/07	— 108,3		215	1902/03	— 130,3		205,0
1925/26	— 102,4	— 99,7	45 161,7	1921/22	— 107,1	— 111,9	280,0 251,1
1908/09	— 89,2		225	1908/09	— 98,5		268,3
1907/08	— 70,6		200	1907/08	— 90,6		156,6
1913/14	— 67,4	— 66,2	125 143,3	1911/12	— 77,6	— 77,7	157,5 139,4
1903/04	— 60,7		105	1918/19	— 65,0		104,2
1917/18	— 52,3		110	1917/18	— 60,0		150.8
1911/12	— 51,3	— 50,7	135 108,3	1903/04	— 57,4	— 57,9	118,3 118,2
1918/19	— 48,6		80	1901/02	— 56,5		85,6
1919/20	— 46,4		—	1913/14	— 55,5		110,0
1901/02	— 35,4	— 37,5	140 55,0	1919/20	— 54,9	— 48,9	— 66,1
1920/21	— 30,7		25	1904/05	— 36,2		88,3
1904/05	— 29,4		165	1922/23	— 36,0		28,3
1915/16	— 24,3	— 25,9	— 55,0	1915/16	— 35,0	— 34,9	5,8 27,8
1922/23	— 23,9		—	1920/21	— 33,9		49,2
1905/06	— 17,3		—	1905/06	— 24,9		12,5
1924/25	— 15,3	— 14,6	— 0,0	1924/25	— 20,0	— 19,9	— 4,2
1910/11	— 11,1		—	1910/11	— 14,9		—
1914/15	— 10,2		—	1914/15	— 9,8		—
1912/13	— 5,7	— 6,9	— 0,0	1912/13	— 7,1	— 6,3	— 0,0
1909/10	— 5.0		—	1909/10	— 2,1		—

die Anzahl der Tage mit Eis als auch die Eisstärke betrifft, erst an fünfter Stelle steht. Der Grund liegt wohl darin, dass es eine grosse Anzahl von „Eistagen" aufzuweisen hat, aber ausser an diesen „Eistagen" eben eine nicht sehr niedrige Temperatur gehabt hat. 6 bzw. 9 Jahre haben gar keine Zahlen grösster Eisstärke aufzuweisen.

2. Ablauf der Eisbedeckung innerhalb des Winters.

a) Ablauf nach Monaten.

Den Eisgang in den einzelnen Monaten kann man in derselben mehrfachen Weise, wie es Eichstädt getan hat, vergleichen. Eine erste Möglichkeit bieten die Mittelzahlen der Eisstärke über den ganzen Kanal. Diese Zahlen ergeben sich aus der im nächsten Abschnitt zu benutzenden Tabelle 8. Die mittleren Eisstärken der Eismonate verhalten sich hiernach folgendermassen: Nov. : Dez. : Jan. : Febr. : März = 10 : 75 : 170 : 141 : 22. Der Monat Januar ist also der eisreichste. Seine Eisstärke ist hier mit 1,7 bewertet, einer Zahl, die in der im ersten Abschnitt angegebenen Eisskala nicht einmal den zweiten Wert erreicht. Die Eisstärke ist also in den einzelnen Monaten, im 27jährigen Mittel und für den ganzen Kanal berechnet, ziemlich gering.

Die vorgenannten Mittelzahlen, ebenso die des K. W.-Kanals sind auf Diagramm 5 in Kurven dargestellt worden. Wir sehen auf den ersten Blick den grossen Unterschied in der Eisbesetzung überhaupt. Auch beginnt die Eissaison am K. W.-Kanal einen Monat später als am D.-E.-Kanal. Darin spricht sich der kontinentalere Charakter unseres Kanals aus. Die Eisstärke erreicht an unserem Kanal ihren Höhepunkt im Januar, den Temperaturverhältnissen entsprechend (Tab. 7), am K. W.-Kanal dagegen erst im Februar, trotzdem dort auch der Januar der kälteste Monat ist. Eichstädt gibt als Grund für diese Abweichung die zu geringe Zahl der zur Untersuchung herangezogenen Jahre an. Ein Eisjahr mit starker Eisbesetzung im Februar hat sofort einen zu grossen Einfluss auf den Verlauf der Kurve. Also normalerweise würde auch dort vielleicht der Höhepunkt in den Januar fallen.

Ferner lässt sich die Eisbedeckung in den einzelnen Monaten charakterisieren durch die Mittelzahlen der Tage mit Eis. Ich benutze dazu den zweiten, in Kapitel II schon abgeleiteten Mittelwert. Danach hat der November 1,4, Dezember 6,6, Januar 13,3, Februar 10,1 und März 2,0 Tage mit Eis. Die Summe ergibt den oben abgeleiteten Wert 33,4. Auch hier steht der Monat Januar an erster Stelle.

Nun kann man beide Kriterien miteinander vereinigen, und zwar in folgender Weise. Man berechnet aus der letzten Horizontalreihe der Tabelle 8 die mittlere tägliche Eisstärke zu 0,84. Diese Zahl multipliziert man mit 33,4 und erhält in dem Produkt 28,056 die jährliche relative Eismenge. Zur Berechnung der monatlichen Eismengen benutzt man ebenfalls die Zahl 0,84. Die Zahlen für die einzelnen Monate sind in der ersten Spalte der folgenden kleinen Tabelle angegeben. Zusammen ergeben sie wieder die Eismenge des Jahres. In der zweiten Spalte sind die Monatsmengen in Prozenten der Jahresmenge ausgedrückt. Danach sind Januar und Februar die beiden Haupteismonate. Der Januar zeigt aber auch hier mit 39,8% den höchsten Wert.

Tabelle 6: Durchschnittliche Eismengen der einzelnen Monate.

November	1,176	4,2 %
Dezember	5,544	19,8 %
Januar	11,172	39,8 %
Februar	8.484	30,2 %
März	1,68	6,0 %
	28,056	100,0 %

Um die Temperaturverhältnisse in den einzelnen Monaten damit vergleichen zu können, sei noch eine Tabelle beigefügt, die die „Eistage“[14]) und mittleren Monatstemperaturen anzeigt, die aus den Werten von Dortmund, Münster und Lingen-Schöninghsdorf berechnet wurden. Hier erweist sich in beiden Spalten der Januar als der kälteste Monat.

[14]) In Hellmanns Sinne (thermisch).

Was Dezember und Februar betrifft, so ist letzterer weit eisreicher als der Dezember (Tab. 6), trotzdem beide Monate (nach Tab. 7) fast die gleiche Mitteltemperatur haben und der Dezember 3,9, der Februar dagegen nur 3,0 „Eistage" aufzuweisen hat. Hier geben die starken Eisjahre den Ausschlag, in denen fast durchweg, wie aus Tab. 16 hervorgeht, die im Januar oder noch früher begonnenen Eisperioden sich noch mit ziemlich hoher relativer Eisstärke (Tab. 8) durch den ganzen Februar hindurchziehen.

Tabelle 7:

	„Eistage"	Mitteltemperatur
November	0,8	4,3°
Dezember	3,9	2,4°
Januar	4,5	1,6°
Februar	3,0	2,3°
März	0,3	4,5°

Die Auswirkung dieser Verhältnisse im Verkehr drückt sich in folgenden Zahlen aus, die in vierjährigem Mittel den Jahresverkehr an der Schleuse Münster, in Prozenten auf die einzelnen Monate verteilt, wiedergeben.[15])

Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai
8,9	6,5	4,9	5,2	6,5	7,2	8,5

Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
9,4	10,9	10,7	10,7	10,6

Die Monate Januar und Februar weisen den geringsten Verkehr auf.

b) Ablauf nach Dekaden.

Für jede Dekade der fünf Eismonate wurde das Mittel der Eisstärke von allen 18 Stationen gebildet und die Werte zur

[15]) Mitteilung des Herrn Reg.- und Baurats Sperling.

Tabelle 8 zusammengestellt sowie auch in einer Gesamtkurve für den ganzen Kanal und in Kurven für einzelne Teilstrecken wiedergegeben. (Diagramm 6).

Werfen wir zunächst einen Blick auf die Kurve. Die Eisbildung setzt ein in der ersten Novemberdekade und endigt in der dritten Märzdekade. Was den Verlauf der Kurve betrifft, so sehen wir bis zur dritten Dezemberdekade einen ziemlich sanften Anstieg. Durch den Januar hindurch erfolgt dann ein etwas rascheres Anwachsen. Der Höhepunkt des Eises liegt in der dritten Januardekade. Bis zur zweiten Februardekade nimmt die Kurve nur langsam ab, ja von der 1. zur 2. Februardekade zeigt die Kurve einen Knick, der aber deutlicher erst bei einigen Teilstrecken in Erscheinung tritt und daher weiter unten noch zu erörtern ist. Aber dann setzt ein steiler Abstieg, das heisst ein rasches Absinken des Eises ein (ganz wie am Kaiser Wilhelm-Kanal).

In Tabelle 8 sind die Höhepunktsdekaden jedes Jahres hervorgehoben. Danach haben die 1. und 2. Dekade des November und der März keinen Höhepunkt aufzuweisen. Die erste Dekade des Dezember zeigt bereits zweimal einen Höhepunkt, während am K. W.-Kanal diese ebenso wie die zweite Dezemberdekade noch frei davon sind, was dort dem maritimen Verzug entspricht. In den meisten Jahren lag der Höhepunkt im Januar. Allerdings zeigt die dritte Dekade des Februar auch noch fünf Höhepunkte. Der Grund liegt darin, dass einmal im Februar des Jahres 1916/17 sich das Eis den ganzen Monat hindurch in gleicher Stärke hielt und dass das Eis des Jahres 1923 24 in der dritten Februardekade bereits zum zweiten Male den Höhepunkt erreichte.

Tabelle 9 stellt in der Rubrik E dar, in wieviel von den 27 Jahren Eis in den einzelnen Dekaden auftrat. In Rubrik H ist angegeben, wie oft ein Höhepunkt darunter fiel.

Tabelle 8: Eissaison der einzelnen Jahre für den ganzen Kanal nach Dekaden.

	November			Dezember			Januar			Februar			März		
	1.–10.	11.–20	21.–30.	1.–10.	11.–20.	21.–31.	1.–10.	11.–20.	21.–31.	1.–10.	11.–20.	21.–28./29	1.–10.	11.–20.	21.–31.
1899/1900				0,58	4,85	**4,9**	2,04	2,05	0,25	1,42	3,16	0,01			
1900/01						0,03	4,39	**5,0**	4,26	4,8	4,94	4,96	0,66		
1901/02				0,03	1,13	0,6				2,12	4,71	**4,89**	0,68		
1902/03		0,52	4,11	4,22	**5,0**	2,07		2,26	3,29						
1903/04				0,03		1,59	**4,94**	2,34	2,97	1,29	0,01	0,07	0,03		
1904/05							2,36	3,69	**4,08**	0,25					
1905/06				0,14	0,04	0,1	0,9		**0,35**						
1906/07					0,36	4,25	3,78	0,11	4,02	**5,0**	4,65	0,15			
1907/08						0,2	4,98	**5,0**	4,86	2,09	0,02				
1908/09	0,06	0,14				1,86	**5,0**	4,35	4,43	2,91	3,58	2;13	3,29	0,94	0,04
1909/10		0,01			0,11	0,04			**0,19**	0,1					
1910/11			0,18					**0,39**	0,02	0,09	0,32				
1911/12							0,01	2,95	4,88	**5,0**	2,21				
1912/13							0,01	0,86	0,15		0,2	**1,07**	0,01		
1913/14							0,19	3,78	**5,0**	2,4	0,03				
1914/15		0,01				0,09		0,01	**0,11**	0,01		0,01			
1915/16			**0,64**	0,05	0,02	0,05			0,02	0 01	0,01	0,17			
1916/17			0,01		0,03	0,02	0,01	0,23	4,92	**5,0**	**5,0**	**5,0**	4,73	2,02	0,02
1917/18				0,05	0,31	4,37	**4,6**	3,72	0,31		0,05				
1918/19			0,02				0,01	0,01	0,15	**4,82**	4,69	0,54	0,01		
1919.20	0,01	0,78	0,01	0,01	**0,88**		0,09			0,01					
1920/21	0,02		0,07	0,01	**2,88**	1,25		0,01			0,01	0,04			
1921/22		0,02	1,64	**5,0**	4,03	0,05	0,11	0,33	4,55	4,86	4,94	2,48			
1922/23											1,05	**1,78**			
1923/24				0,02	0,03	2,42	**5,0**	**5,0**	4,75	1,17	3,16	**5,0**	4,69	1,14	
1924/25															
1925/26			0,02	**3,58**	3,51	0,23		1,82	1,57						
Mittel	0,003	0,05	0,25	0,51	0,86	0,89	1,42	1,63	2,04	1,61	1,58	1,05	0,52	0,15	0,002

Tabelle 9: Verteilung des Eises auf die Dekaden.

	1. Dekade			2. Dekade			3. Dekade		
	E	H	T	E	H	T	E	H	T
November	3		6,1°	6		3,7°	9	1	3,4°
Dezember	12	2	3,0°	14	3	2,5°	18	1	2,2°
Januar	17	4	2,2°	20	4	1,2°	22	5	1,3°
Februar	19	4	1,5°	19	1	2,2°	15	5	3,6°
März	8		3,9°	3		4,5°	2		5,2°

Danach hat die dritte Januardekade den meisten Anspruch auf den Höhepunkt, wie es ja auch tatsächlich in dem Diagramm 6 der Fall ist, denn sie hat in 22 Jahren Eis gehabt und erreicht fünfmal den Höhepunkt.

Um zu erfahren, ob einzelne Teilstrecken eine Abweichung von der Durchschnittskurve des Kanals zeigen, sind in Diagramm 6 mehrere Kurven eingezeichnet, die verschiedene Stationen zusammenfassen. Im allgemeinen haben alle denselben Verlauf wie die Kurve des ganzen Kanals. Der Höhepunkt liegt in der dritten Januardekade. Doch zeigen die Kurven der Stationen Münster, 7—12 und 13—17 in der zweiten Dezember- und zwei derselben auch in der zweiten Februardekade noch kleinere Höhepunkte. Der letztere ist bemerkenswert. Er betrifft nämlich die Kanalstrecke ausserhalb der Münsterschen Bucht, während die Strecke innerhalb der Bucht das sekundäre Februarmaximum nicht oder sehr schwach zeigt. Der küstennähere Teil verrät also hierin deutlich die Tendenz zum maritimen Verzug, also eine Annäherung an die Verhältnisse des K. W.-Kanals.

In demselben Diagramm ist eine Temperaturkurve gezeichnet worden. Sie stellt 27jährige Mittelwerte dar, und zwar für die meteorologischen Stationen Dortmund, Münster und Lingen-Schöninghsdorf zusammen. Dieselben Werte sind in den dritten Spalten der Tabelle 9 angegeben. Die Temperaturkurve beginnt in der ersten Novemberdekade mit 6,1°, fällt dann bis zur zweiten Dekade gleich auf 3,7° herab, während das Eis nur sehr langsam folgt, da das Wasser noch nicht genü-

gend abgekühlt ist. Dann erfolgt eine allmähliche Abnahme der Temperatur bis zum Minimum 1,2° in der zweiten Januardekade. Das Eismaximum wird aber erst eine Dekade später erreicht. Eine ausgeprägtere Temperaturzunahme macht sich von der ersten Februardekade an bemerkbar, während ein merklicher Abgang des Eises erst in der zweiten Dekade des Februar beginnt. Dieser Phasenverzug wird im nächsten Abschnitt noch näher behandelt.

Nun sind noch zwei Tabellen über die Anfangs- und Endtermine der Eisbesetzung hinzuzufügen.

Tabelle 10: Verteilung der Anfänge auf die Dekaden.[16])

	1. Dekade	2. Dekade	3. Dekade
November	3	4	5
Dezember	6	1	2
Januar	4	0	0
Februar	0	1	0
März	0	0	0

Die meisten Anfangstermine fallen in die Zeit vom 1. November bis 10. Dezember. Aber viermal begann die Eissaison erst im Januar, nur einmal auch im Februar.

Tabelle 11 zeigt, dass die meisten Eisperioden ihren Abschluss im Februar, besonders Ende Februar fanden, aber daneben mehr im März als im Januar. Ein grosser Unterschied zu den Verhältnissen am K. W.-Kanal liegt in der klaren Scheidung der Anfangstermine auf die Monate November—Dezember und der Endtermine auf Februar—März; am K. W.-Kanal zieht der Januar die Mehrheit der Anfangs- und die Hälfte der Endtermine auf sich allein.

[16]) Die Summe der Anfangs- und Endtermine beträgt 26, da ein Jahr ohne Eis war.

Tabelle 11: Verteilung der Endtermine auf die Dekaden.

	1. Dekade	2. Dekade	3. Dekade
November	0	0	0
Dezember	0	0	0
Januar	0	0	3
Februar	3	5	7
März	5	1	2

c) Ablauf nach Pentaden.

In diesem Abschnitt sollen unsere Untersuchungen auf einen noch engeren Zeitraum beschränkt werden, und zwar sollen Pentadenmittel der Temperatur und der Eisstärke miteinander verglichen werden.

Ich habe zunächst ein einzelnes Jahr, nämlich den Winter 1923/24 als das stärkste Eisjahr herausgenommen, und zwar habe ich in Tab. 12 die Mittelwerte der Eisstärke von Schleuse 7—12 mit der Temperatur von Schöninghsdorf und in Tab. 13 Eisstärke und Temperatur von Münster zusammengestellt. Schleuse 7—12 habe ich gewählt als die Stationen reichster und Münster als Vertreterin mittlerer Eisbesetzung.

Tabelle 12: Vergleich der Eisstärke von Schleuse 7—12 mit der Temperatur von Schöninghsdorf im Winter 1923-24.

Pentaden	November		Dezember		Januar		Februar		März	
	E	T	E	T	E	T	E	T	E	T
1		6,8°	0,1	0,5°	5,0	—8,8°	4,2	3,8°	5,0	2,1°
2		1,3	0.4	1.0	5,0	—5,2	0,3	2,9	4,5	2,5
3		5,3	0,6	2,3	5,0	1,0	1,1	—3,2	2,7	2,3
4		2,9		—1,1	5,0	0,4	4,9	—3,1		1,5
5		0,6	2,4	—6,8	5,0	—0,5	5,0	0,4		6,5
6		—0,2	4,96	—5,8	5,0	2,1	5,0	—2,6		2,6

In Tabelle 12 sehen wir die Temperatur in der letzten Pentade des November zum ersten Male unter den Nullpunkt herabsinken. Das erste Eis tritt auf in der ersten Pentade des Dezember. Sodann steigt die Temperatur wieder, und das Eis ist nach drei Pentaden verschwunden. Die zweite

Eisperiode beginnt in der fünften Dezemberpentade, nachdem die Temperatur bereits in der vierten wieder unter 0° stand. Durch den Januar hindurch bleiben die Eisverhältnisse die gleichen, und erst im Februar macht sich ein Abnehmen des Eises bemerkbar, trotzdem bereits in der sechsten Januarpentade stärkeres Tauwetter — schwächeres trat bereits in der dritten Pentade auf — eingetreten war. Zu einem vollständigen Schwinden des Eises kommt es hier aber nicht, da in der dritten Pentade des Februar die Temperatur erneut negativ wird. Das Eis verschwindet erst in der dritten Märzpentade, nachdem schon in der ersten Tauwetter eingetreten war.

Tabelle 13:
Eisstärke und Temperatur von Münster im Winter 1923-24.

Pentaden	November		Dezember		Januar		Februar		März	
	E	T	E	T	E	T	E	T	E	T
1		7,2°		1,4°	5,0	—5,9°	3,4	3,2°	5.0	1,7°
2		2,6		1,6	5,0	—2,3		2,9	4,8	1,6
3		6,4		2,4	5,0	2,2		—2,4	2,2	2,1
4		3,0		2,4	5,0	1,6	4,8	—2,8		2,0
5		—0,9		—1,7	5,0	—0,1	5,0	—0,8		9,3
6		—0,2	3,8	—7,5	4,8	1,9	5,0	—3,0		3,3

Tabelle 13 zeigt ein ähnliches Bild. Allerdings sehen wir hier erst beim zweiten Auftreten des Frostes eine Eisbildung (der erste Frost war nur schwach), aber auch wieder mit einer Pentade Verspätung. Die zweite Eisperiode von Schleuse 7—12 ist hier in zwei aufgelöst, eine Bestätigung dessen, was in Kapitel III über die längere Dauer der Eisperioden an der Station Teglingen gesagt wurde. Das Eis verschwindet zwei Pentaden später, nachdem Tauwetter eingetreten war, um sich bei seinem erneuten Auftreten wieder um eine Pentade zu verspäten. Beim zweiten Male verzögert sich das Schwinden des Eises um drei Pentaden.

In der folgenden Tabelle sollen, um nicht zu ausführlich zu werden, die Ergebnisse aus den Untersuchungen der übrigen Jahre zusammengefasst werden.

Tabelle 14:

		Der Beginn des Eiszustandes verspätet sich gegen die Temperatur um Pentaden:				Der Schwund des Eises verspätet sich gegen die Temperatur um Pentaden:						Eisperioden
		0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	
sämtliche Eisjahre	Summe Schl. 7—12	47	6	2	0	10	17	11	10	6	1	55
	In Prozenten	**85**	11	4	0	18	**31**	20	18	11	2	
	Summe Münster	15	18	2	0	3	13	10	8	1	0	35
	In Prozenten	43	**52**	5	0	9	**37**	28	23	3	0	
14 starke u. mittelstarke Eisjahre	Summe Schl. 7—12	21	5	1	0	7	2	3	8	6	1	27
	In Prozenten	**78**	18	4	0	26	7	11	**30**	22	4	
	Summe Münster	11	9	2	0	3	6	5	7	1	0	22
	In Prozenten	**50**	41	9	0	14	27	23	**32**	4	0	
13 schwache Eisjahre	Summe Schl. 7—12	26	1	1	0	3	15	8	2	0	0	28
	In Prozenten	**93**	3,5	3,5	0	11	**53**	29	7	0	0	
	Summe Münster	4	9	0	0	0	7	5	1	0	0	13
	In Prozenten	31	**69**	0	0	0	**54**	38	8	0	0	

Die Zahlen sind für alle Jahre in obiger Weise berechnet und in Prozenten ausgedrückt worden. Werfen wir zunächst einen Blick auf sämtliche Eisjahre, so fällt uns in der Spalte des Eisbeginns ein ziemlich bedeutender Unterschied zwischen den Stationen 7—12 einerseits und Münster andererseits auf. Bei den ersteren überwiegen die Fälle des Zusammenfallens der Eis- und negativen Temperaturpentade, während in Münster die Verspätung um eine Pentade die höchste Prozentzahl (52) zeigt. Allerdings sind auch hier die Fälle der Koinzidenz ziemlich bedeutend. Dieser Unterschied zwischen den Stationen ist wieder durch den Schutz des Waldes zu erklären, der die das Wasser beeinflussenden Winde bei Teglingen zurückhält, denn die Werte dieser Station sind ausschlaggebend. Vielleicht kommt aber auch noch der grössere Verkehr an der Schleuse Münster in Frage, die ja den Güterverkehr vom Rhein bis Hannover noch zu bewältigen hat.

Beim Eisschwund überwiegen sowohl in Münster als auch an den Stationen 7—12 die Fälle, in denen der Schwund des Eises sich gegen die Temperatur um ein oder zwei Pentaden verschiebt. Doch finden wir hier auch noch eine erhebliche

Anzahl grösserer Verzüge, nämlich zusammen 31% bzw. 26%, was beim Beginn der Eisbildung nicht der Fall war.

Die gleichen Verhältnisse, nämlich einen grösseren Verzug gegenüber der Temperatur beim Schwund als beim Beginn der Eisbildung, fand auch Eichstädt am K. W.-Kanal.

Teilen wir nun die 27 Eisjahre ein in starke und mittelstarke einerseits und schwache andererseits, so können wir in der Spalte des Eisbeginns feststellen, dass der oben erwähnte Unterschied zwischen Münster und den Stationen 7—12 auf Rechnung der schwachen Eisjahre zu setzen ist. Die Verzögerung um eine Pentade zeigt in Münster 69% gegenüber 93% der Koinzidenz an den Schleusen 7—12. Eine Erklärung dafür ist vielleicht darin zu sehen, dass in den schwachen Eisjahren, wo ein langsameres Gefrieren des Wassers stattfindet und die Eisdecke längere Zeit hindurch als in eisstarken Jahren ziemlich dünn bleibt, der Kanal an den Stellen grösseren Verkehrs länger offen gehalten wird.

In der Spalte des Eisschwundes tritt zwischen den starken und schwachen Jahren ein deutlicher Unterschied hervor. Bei stark en Eisjahren fällt der grösste Prozentsatz, 30 bzw. 32%, auf den Verzug um drei Pentaden, während in den schwachen Jahren der Schwund des Eises vorwiegend in der ersten Pentade nach dem Eintreten des Tauwetters erfolgt. Diese Erscheinung ist ohne weiteres verständlich und die gleiche wie am K. W.-Kanal. Indessen ist mir nicht klar, dass in den starken und mittelstarken Jahren noch eine solch erhebliche Anzahl auf die Fälle der Koinzidenz (26% an Schl. 7—12) und der Verzögerung um eine Pentade (27% in Münster) fallen.

Bei einer Verteilung der Pentaden des Eisbeginns und -Schwundes auf die fünf Wintermonate ergibt sich für letzteren, dass wir im November und Dezember die meisten Fälle der Koinzidenz und der Verzögerung um eine Pentade haben, während im Januar und Februar ein etwas grösserer Verzug, nämlich um ein bis zwei Pentaden vorherrscht, was ja aus den ver-

schiedenen Temperaturverhältnissen der Monate verständlich wird. Die vier Fälle der Verzögerung um drei Pentaden im März an den Stationen 7—12 sind auf Rechnung der starken Eisjahre zu setzen (Tabelle 15).

Zu der Spalte des Eisbeginns ist noch zu sagen, dass die Stationen 7—12 im Dezember und Januar eine grosse Zahl von Koinzidenzfällen aufweisen, Münster dagegen nur im Januar, was wieder auf die oben angeführten Gründe (Schutz des Waldes bei Teglingen, grösserer Verkehr in Münster) zurückzuführen ist.

Tabelle 15: Vergleich der Eis- und Temperaturpentaden in den einzelnen Monaten.

	Der Beginn des Eiszustandes verspätet sich gegen die Temperatur um Pentaden:				Der Schwund des Eises verspätet sich gegen die Temperatur um Pentaden:					
	0	1	2	3	0	1	2	3	4	5
Schleuse 7—12										
November	11	1	1		4	4				
Dezember	15	2	1		4	4	3	2	1	
Januar	14	2			1	4	3	2	3	1
Februar	7	1			1	4	4	2	2	
März						1	1	4		
Münster										
November	2	2			2	1				
Dezember	4	6			1	3	1		1	
Januar	8	6	2			6	5	4		
Februar	1	4				1	4	3		
März						2		1		

d) Ablauf nach geschlossenen Eisperioden.

Aus dem vorigen Abschnitt ging bereits hervor, dass sich die Eisbedeckung innerhalb eines Winters meist in mehreren Perioden vollzieht. Eine einzige Eisperiode während eines Winters ist eine Seltenheit.

Während der 27 zur Beobachtung herangezogenen Jahre gab es 89 Eisperioden (Tab. 16), im Jahresdurchschnitt also $3\frac{1}{3}$ Perioden (am K. W.-Kanal nur $1\frac{1}{2}$), und 1259 Tage mit Eis. Auf eine Eisperiode fallen also durchschnittlich 14,1 Tage, fast genau die gleiche Zahl wie am K. W.-Kanal (14,3).

Tabelle 16: Eisperioden nach Beginn und Schlusstermin.

Jahr	Daten	Tage	Perioden
1899/1900	2. 12. 1899 bis 27. 1. 1900; 2. bis 21. 2. 1900	77	2
1900/01	30. 12. 1900 bis 5. 3. 1901	66	1
1901/02	5. bis 6. 12. 1901; 15. bis 29. 12. 1901; 1. 2. bis 6. 3. 1902	51	3
1902/03	18. 11. bis 31. 12. 1902; 13. 1. bis 31. 1. 1903	63	2
1903/04	30. 11. 1903; 3. bis 4., 6. bis 7. 12. 1903; 21. 12. bis 11. 2. 1904; 26. 2. bis 4. 3. 1904	66	5
1904/05	1. 1. bis 2. 2. 1905	33	1
1905/06	1. bis 5. 12.; 17. bis 19. 12. 1905; 28. 12. 1905 bis 6. 1. 1906; 22. bis 28. 1. 1906	125	4
1906/07	12. 12. 1906; 16. 12. 1906 bis 15. 1. 1907; 21. 1. bis 28. 2. 1907	71	3
1907/08	27. 12. 1907 bis 13. 2. 1908	49	1
1908/09	7. bis 13. 11. 1908; 26. 12. 1908 bis 26. 3. 1909	95	2
1909/10	19. und 23. 11. 1909; 15. bis 25. 12. 1909; 22. 1. bis 4. 2. 1910	27	4
1910/11	24. bis 28. 11. 1910; 13. bis 18. 1. 1911; 31. 1. 1911; 8. bis 14. 2. 1911	19	4
1911/12	9. 1. bis 20. 2. 1912	43	1
1912/13	10. bis 22. 1. 13; 25. bis 31. 1. 1913; 12. bis 25. 2. 1913; 1. 3. 1913	32	4
1913/14	1. bis 7. 1. 1914; 14. 1. bis 12. 2. 1914	40	2
1914/15	19. bis 24. 11. 1914; 25. bis 28. 12. 1914; 19. 1. 1915; 28. 1. bis 3. 2. 1915; 7. und 26. 2. 1915	18	6
1915/16	22. 11. 1915; 26. 11. bis 1. 12. 1915; 19. bis 24. 12. 1915; 29. 1. bis 2. 2. 20. bis 29. 2. 1916	28	5
1916/17	21. 11. 1916; 11., 21. bis 22., 28. 12. 1916; 9. 1. 1917; 15. 1. bis 22. 3. 1917	73	6
1917/18	5., 7. 12. 1917; 18. 12. bis 31. 1. 1918; 15. bis 19. 2. 1918	52	4
1918/19	22. bis 25. 11. 1918; 1. 11., 11., 22. bis 25., 29. 1. bis 24. 2. 1919; 2. 3. 19	39	7
1919/20	10. bis 21. 11. 1919; 10. bis 29. 12. 1919; 4. bis 10. 1. 1920; 7. bis 8. 2. 1920	32	4
1920/21	4. bis 5., 9. bis 10., 20. bis 27. 11. 1920; 3., 10. bis 28. 12. 1920, 15. bis 10. 1.; 11. 21. bis 25. 2. 1921	40	8
1921/22	25. 11. bis 21. 12. 1921, 7. bis 10. 1.; 15. 1. bis 28. 2. 1922	76	3
1922/23	13. bis 26. 2. 1923	14	1
1923/24	6. bis 7., 10. bis 15. 12. 1923; 22. 12. 1923 bis 6. 2. 1924; 12. 2. bis 19. 3. 1924	92	4
1924/25	Eisfrei	—	—
1925/26	30. 11. bis 22. 12. 1925; 13. bis 27. 1. 1926	38	2
		1259	89

Tabelle 17: Eisperioden nach Länge und Häufigkeit.

Tage	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45
mal	42	15	9	3	1	2	4	2	4

Tage	46—50	51—55	56—60	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90
mal	2	1	1	0	2	0	0	0	1

Die kürzesten Eisperioden dauerten 1—5 Tage (Tab. 17), die längste hatte eine Dauer von 88 Tagen. Das war im Winter 1908/09. Im übrigen zeigen die meisten Perioden eine Dauer bis zu 15 Tagen, nämlich 66, während 23 Perioden länger als 15 Tage dauerten. Am häufigsten sind die von 1—5 Tagen.

Tabelle 18 vergleicht die Länge und Häufigkeit der Eisperioden des D.-E.- und K. W.-Kanals nach Prozenten der Gesamtzahl. Bei beiden Kanälen ziehen die drei ersten Rubriken den grössten Prozentsatz auf sich. Genau ¾ der Perioden haben hier wie dort eine Dauer von 1—15 Tagen, und nur ¼ der Eisperioden halten also länger als einen halben Monat an.

Tabelle 18:
Vergleich der Länge und Häufigkeit der Eisperioden des D.-E.- und K. W.-Kanals nach Prozenten der Gesamtzahl.

Tage	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45	
D.-E.-K.	47	17	10,1	3,3	1,1	2,3	4,5	2,3	4,5	Prozent
K.W.-K.	34,5	20,5	20,5	3	3	8	—	—	3	"

Tage	46—50	51—55	56—60	61—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	
D.-E.-K.	2,3	1,1	1,1	—	2,3	—	—	—	1,1	Prozent
K.W.-K.	—	—	—	8	—	—	—	—	—	"

Die längsten Eisperioden des K. W.-Kanals dauerten 61 bis 65 Tage. Der D.-E.-Kanal dagegen ist sogar bei den Perioden von 86—90 Tagen Dauer noch mit 1 Prozent vertreten, ein weiterer Beweis für den strengeren Charakter desselben.

Die Verteilung der Eisperioden auf die Monate wird in Tabelle 19 veranschaulicht. Die meisten Eisperioden von längster Dauer zeigt der Monat Januar, am K. W.-Kanal der Februar (maritimer!). In dieselbe Linie gehört es, dass mit längsten Perioden am D.-E.-Kanal nur noch der Dezember, am K. W.-Kanal dagegen nur noch der März vertreten ist. Aber auch der Februar ist mit seinen 6 Perioden von 26—31 Tagen Dauer hervorzuheben. Der Dezember ist reich an Perioden kürzester Dauer, (am K. W.-Kanal dagegen wieder der Januar).

Tabelle 19: Verteilung der Eisperioden auf die Monate.

Tage:	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25	26—31
November	11	4	2			
Dezember	18	5	5	1	2	2
Januar	12	7	4	3	2	8
Februar	11	3	5	3	1	6
März	4	1		1	2	

Tabelle 20: Anzahl der jährlichen Eisperioden.

Starke und mittelstarke Eisjahre	Perioden		Schwache Eisjahre	Perioden	
1900/01	1		1913/14	2	
1906/07	3		1904/05	1	
1908/09	2		1905/06	4	
1916/17	6		1909/10	4	
1921/22	3		1910/11	4	
1923/24	4		1912/13	4	
1899/1900	2	2,8	1914/15	6	3,8
1901/02	3		1915/16	5	
1902/03	2		1918/19	7	
1903/04	5		1919/20	4	
1907/08	1		1920/21	8	
1911/12	1		1922/23	1	
1925/26	2		1924/25	0	
1917/18	4				

Verteilt man schliesslich die Eisperioden auf die eisstarken und -schwächeren Jahre (Tab. 20), so ergibt sich für die eisstarken Jahre eine durchschnittlich geringere Anzahl von Perioden, mit anderen Worten: in Jahren, die der Eisbesetzung und Temperatur nach zu den schwächeren gehören, fand ein öfteres Auftauen des Eises

und Wiedergefrieren des Wassers statt als in den eisstarken Jahren, in denen die Temperatur manchmal wochenlang so tief stand, dass das Eis weniger oft zum Schwinden kam.

V. Die Eisverhältnisse in der Emsmündung.

Die Schilderung der Eisverhältnisse, wie ich sie bis hierher gegeben habe, bezieht sich auf den Dortmund-Ems-Kanal von Dortmund, bzw. Herne bis Herbrum. Nun könnte man noch die Frage aufwerfen, wie sich der Eisablauf in der natürlichen Fortsetzung des Kanals, der Ems, abwickelt. Zur Beantwortung dieser Frage habe ich mir durch Vermittlung der hiesigen Wasserbaudirektion die diesbezüglichen Angaben vom Wasserbauamt Emden schicken lassen. Diese Angaben geben teils in zusammenhängenden Berichten, teils in knappen, täglichen Notizen ein Bild von dem Eisablauf in der Emsmündung und im Emdener Hafen. Dieses Bild ist aber grundverschieden von dem des Kanals und liess sich darum auch nicht in den Rahmen der Arbeit hineinziehen. Während sich hier sehr schnell eine Eisdecke bildet, hat man es in der Emsmündung ausschliesslich mit mehr oder weniger starkem Treibeis zu tun. Auch im Hafen von Emden kommt es nur selten zur Bildung einer Eisdecke, weil der Verkehr dort sehr bedeutend ist und bei Frostwetter die Eisbrechdampfer beständig in Tätigkeit sind. Hier spielen auch noch andere Faktoren mit, wie z. B. der Salzgehalt des Wassers, sowie auch, besonders in der Emsmündung, Ebbe und Flut, die beide auf die Eisbildung einen bedeutenden Einfluss ausüben, die aber bei der Behandlung der Eisverhältnisse des Kanals nicht in Frage kamen. Ich will nur ein Beispiel anführen: während ich für die Dauer einer Eisperiode im Kanal 14,1 Tage errechnet habe, ist diese im Weser- und Emswerk für Emden mit 3,1 Tagen angegeben.[17]) Schon diese eine Zahl illustriert die völlige Verschiedenheit der Verhältnisse und der wirksamen Faktoren.

[17]) Weser und Ems, ihre Stromgebiete etc., Bd. I, S. 57.

VI. Zusammenfassung und Vergleich mit den Ergebnissen vom Kaiser Wilhelm-Kanal

1. Die Anzahl der Tage mit Eis beträgt im D.-E.-Kanal im Durchschnitt von 27 Jahren 33. Davon sind 22 Tage für die Schiffahrt gesperrt. Der K. W.-Kanal hat durchschnittlich 23 Tage mit Eis (18jähr. Mittel).
2. Örtliche Verschiedenheiten sind im Gegensatz zum K. W.-Kanal, wo die Eisstärke übereinstimmend mit der Temperatur von W nach O abnimmt, mit Ausnahme der Kanalstrecke bei Teglingen kaum vorhanden. Diese Strecke besitzt viel Wald. Sie ist dadurch und durch ihre meridionale Richtung vor allen das Wasser und das Eis beeinflussenden Winden geschützt.
3. Im grossen und ganzen zeigt sich bei den Schwankungen von Jahr zu Jahr (ebenso wie am K. W.-Kanal) eine gute Uebereinstimmung zwischen Temperatur und Eisverlauf. Das sehen wir an den zwischen diesen beiden Faktoren aufgestellten Korrelationskoeffizienten, die folgende Werte haben: für Dortmund —0,66, Münster —0,79, Osnabrück und Schleuse 2—6: —0,8 und für Lingen-Schöninghsdorf und Schleuse 7—12: —0,78. Im 27jährigen Durchschnitt kam nur ein Jahr ganz ohne Eis vor, dagegen mehrere eisstarke. Am K. W.-Kanal waren im 18jährigen Durchschnitt mehrere Jahre ohne Eis.
4. Januar und Februar sind die Haupteismonate (ebenso wie am K. W.-Kanal). Die erste Eisdekade ist am D.-E.-Kanal die erste November-, am K. W.-Kanal die erste Dezemberdekade, die letzte ist bei beiden die dritte des März. Der Höhepunkt des Eisverlaufes fällt bei unserem Kanal in die dritte Januardekade, beim K. W.-Kanal in die zweite Februardekade, während das Minimum der Temperatur hier wie dort in der zweiten Januardekade liegt. — Bei Betrachtung des Eisablaufes nach Pentaden zeigte sich, dass beim Eisbeginn die Fälle der Koinzidenz und der Verzögerung um eine Pentade überwiegen, während beim Eisschwund in den starken und mittelstarken Eisjahren drei Pentaden, in

den schwachen Jahren eine Pentade der Verzögerung vorherrschen, und zwar überwiegen im November und Dezember die kleineren, im Januar und Februar die grösseren Verzüge. Am K. W.-Kanal herrschen ungefähr die gleichen Verhältnisse. Im allgemeinen überwiegen beim Eisbeginn und -Schwund die Verzüge um eine Pentade. In den starken und mittelstarken Jahren kommen beim Eisschwund aber auch eine Anzahl Verzögerungen von 3—4 Pentaden vor.

5. Die Dauer einer zusammenhängenden Eisperiode beträgt am D.-E.-Kanal durchschnittlich 14,1 Tage bei $3\frac{1}{3}$ Perioden, am K. W.-Kanal 14,3 Tage bei $1\frac{1}{2}$ Perioden im Jahresdurchschnitt. Letzterer hat die längsten Eisperioden im Februar, ersterer im Januar.

Lebenslauf.

Geboren bin ich, Maria Schwartekopp, am 2. Mai 1900 als Tochter des Schlossermeisters Fr. Schwartekopp zu Arnsberg i. W. Ostern 1919 bestand ich die Reifeprüfung des Oberlyzeums und 1920 die Lehramtsprüfung in Brede, Kreis Höxter. Von 1920—1922 unterrichtete ich am Lyzeum in Arnsberg i. W. Ostern 1924 bestand ich die realgymnasiale Ergänzungsprüfung in Münster i. W. Vom Wintersemester 1922 ab studierte ich an den Universitäten Freiburg i. Br., München und Münster i. W. Geographie, Mathematik, Physik und Geologie.

Allen meinen akademischen Lehrern sage ich Dank, besonders meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Mecking, der die Arbeit anregte und sie mit grossem Interesse verfolgte.

Diagramm **1**: Örtliche Verteilung des Eises.
27 jähriges Mittel der Eisstärke.

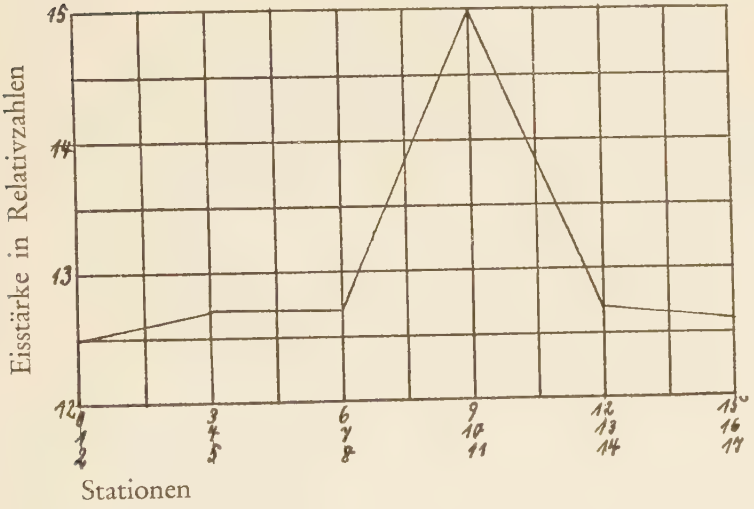


Diagramm **3**: Häufigkeit der Eisbesetzung in Tagen.

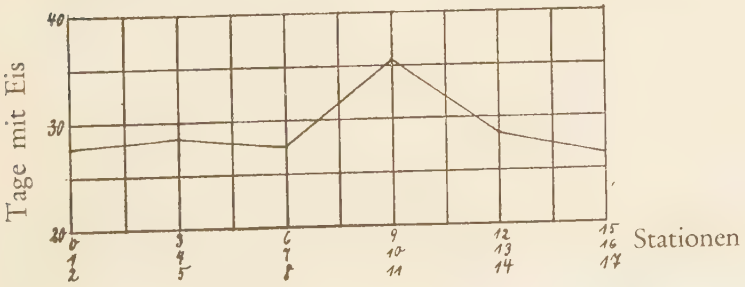


Diagramm **2**: Mittlere örtliche Verteilung des Eises in einzelnen Wintern

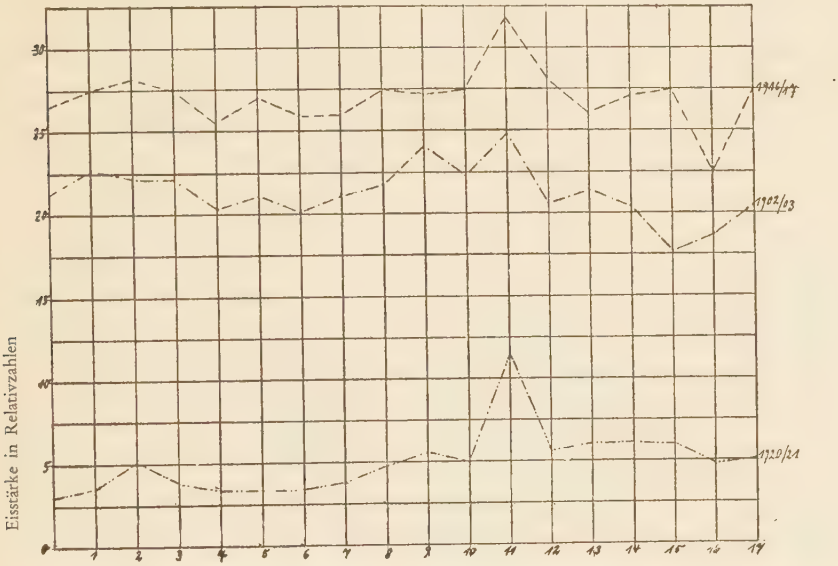
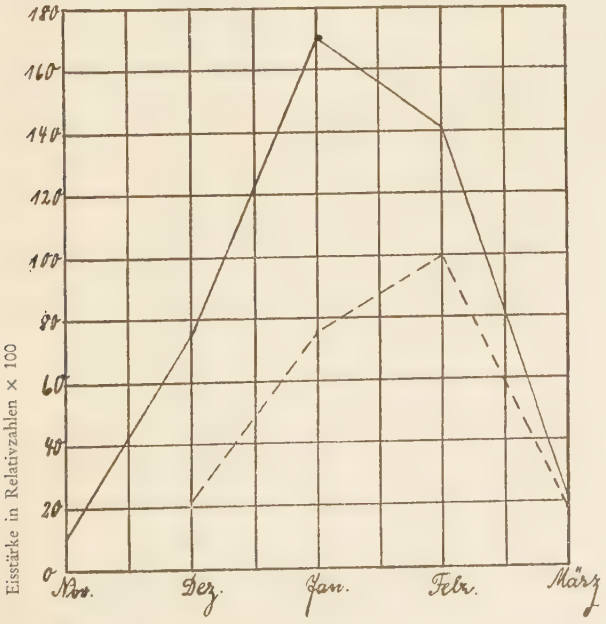
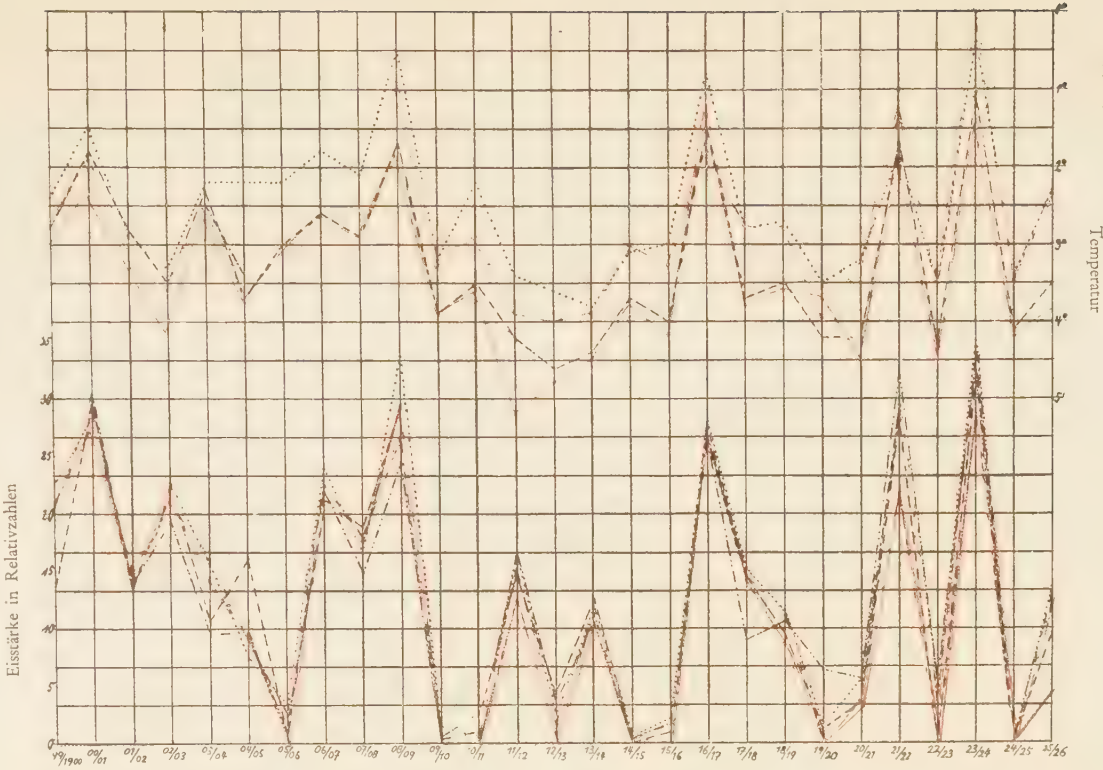


Diagramm **5**: Vergleich der Eisstärken des D.-E.- und K. W.-Kanals nach Monatsmitteln.



_____ D.-E.-Kanal (27jähriges Mittel.)
— — — K. W.-Kanal (18jähriges Mittel)

Diagramm 4



Mitteltemperaturkurven der 5 Wintermonate (November—März)

——— Dortmund
— — — Münster
—.—.— Osnabrück
. . . . . Lingen-Schöninghsdorf

Eisstärkekurven: Summen der Dekadenmittel.

——— Horsthausen bei Herne
— - — Münster
—.—.— Schleuse 2 – 6
. . . . . „ 7—12
—..—.. „ 13—17

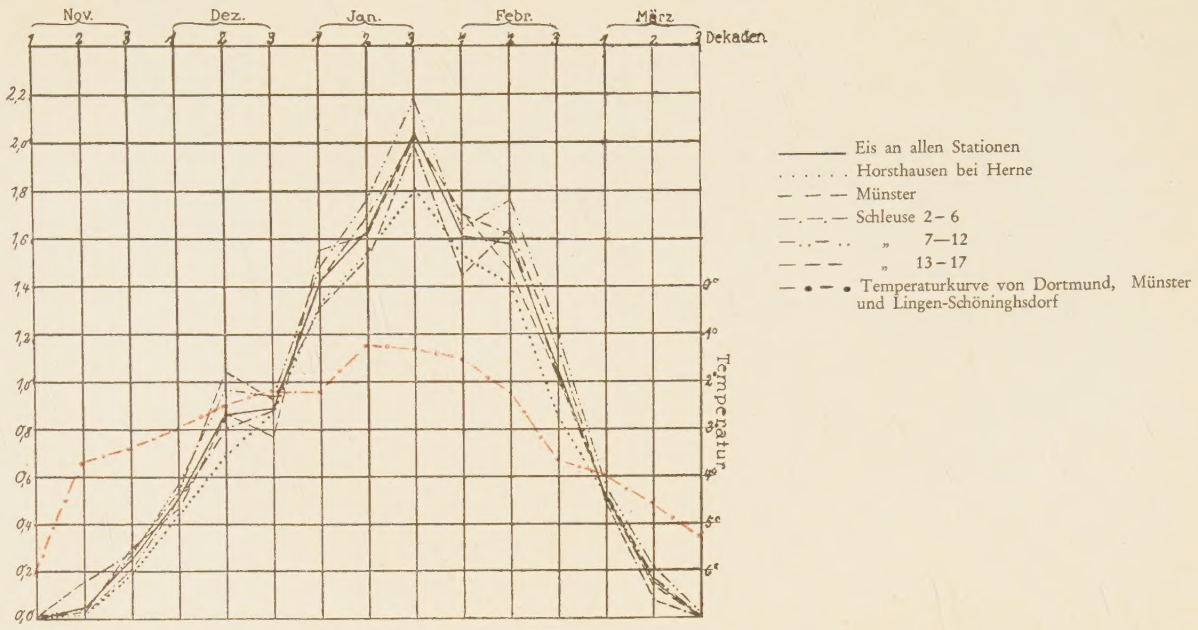



Diagramm **6**: Eissaisonkurven in 27jährigen Mitteln.